

الإحساس والاستجابة والتنظيم

السيال العصبي

يتأزر كل من الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء (الجهاز الهرموني) في تنظيم أنشطة الجسم المختلفة من خلال :
 ١- ضبط العمليات الحيوية في الجسم
 ٢- ضبط الاتزان الداخلي للجسم

مكونات الجهاز العصبي

يتكون الجهاز العصبي من مجموعة من الخلايا التي تشكل النسيج العصبي الذي يتكون من :
 الخلايا العصبية (العصبونات) \ الخلايا الدبقية

- يساهم الغشاء البلازمي في تكون السيال العصبي وذلك بسبب وجود قنوات خاصة في غشاء العصبون تسمى قنوات الأيونات

- تصنف قنوات الأيونات حسب طبيعة عملها إلى نوعين

١- قنوات تحتاج إلى منظم لفتحها وإغلاقها : مثل

أ - القنوات الحساسة للنواقل الكيميائية

ب - القنوات الحساسة لفرق الجهد الكهربائي

٢- قنوات لا تحتاج إلى منظم لفتحها وإغلاقها : مثل

قنوات التسرب والتي منها

أ - قنوات تسرب أيونات الصوديوم

ب - قنوات تسرب أيونات البوتاسيوم

الخلايا العصبية :

(العصبونات)

يتكون العصبون من

١- زوائد شجرية

٢- جسم العصبون

٣- المحور العصبي

٤- النهايات العصبية

- اتجاه انتقال السيال العصبي في العصبون من الزوائد الشجرية - فجسم الخلية - فالمحور العصبي - فالنهايات العصبية

- هضبة المحور

هي منطقة اتصال جسم الخلية بالمحور العصبي

- يغلف المحور العصبي أغمداء ملينية

تنشأ من خلايا شفان

ويقع بين كل خلية وأخرى مجاورة عقد رانغير

- تنتهي النهايات العصبية بانتفاخات تسمى الأزرار التشابكية

الخلايا الدبقية

هي خلايا داعمة

اصغر حجما من

العصبونات وأكثر عددا

الوظيفة

تعمل على

حماية ودعم

العصبونات وتزويدها

بالغذاء اللازم

- يتكون السيال العصبي

عند تعرض العصبون لمنبه مناسب

- يفصل الغشاء البلازمي للعصبون بين السائل بين خلوي خارج العصبون والسيترول داخل العصبون

- السيال العصبي :

هو نقل العصبونات للمعلومات بين أجزاء الجسم المختلفة وبين الدماغ والحبل الشوكي وبين العصبونات نفسها على شكل اشارات كهروكيميائية

- طبيعة السيال العصبي :

اشارة كهروكيميائية

س : وضح كيف يتأزر كل من الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء لضمان عمل الأجهزة الأخرى ؟

من خلال :

١- ضبط العمليات الحيوية في الجسم

٢- ضبط الاتزان الداخلي للجسم

س : مما يتألف النسيج العصبي (المكون الأساسي لأجزاء الجهاز العصبي) ؟ من نوعين من الخلايا

١- العصبونات (الخلايا العصبية)

٢- الخلايا الدبقية

س : مما يتكون العصبون ؟ من الأجزاء الرئيسية الآتية :

١- الزوائد الشجرية

٢- جسم الخلية العصبية (جسم العصبون)

٣- المحور العصبي

٤- النهايات العصبية التي تنتهي بنهايات منتفخة تدعى الأزرار التشابكية

هضبة المحور : هي منطقة اتصال جسم العصبون بالمحور العصبي

• يحيط بالمحور العصبي غمد ملينى تكونه خلايا شفان ويوجد بين هذه الخلايا عقد رانفيير

س : ما هي مميزات الخلايا الدبقية ؟

١- أكثر عددا من العصبونات

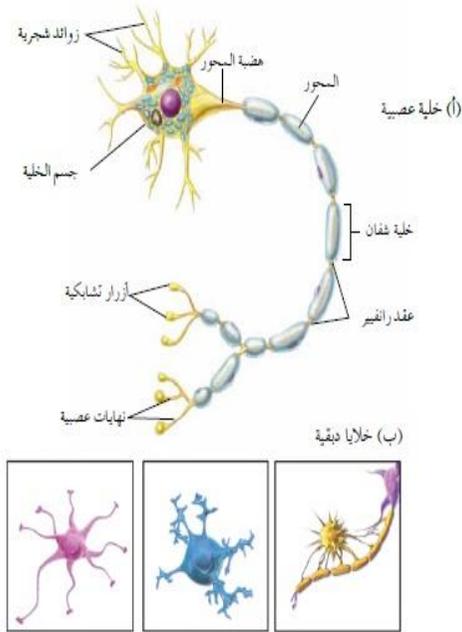
٢- اصغر حجما من العصبونات

س : ما هي وظائف الخلايا الدبقية ؟

١- دعم العصبونات

٢- حماية العصبونات

٣- تزويد العصبونات بالغذاء اللازم



الشكل (١-٢): خلايا النسيج العصبي.

السيال العصبي :

هي نقل العصبونات للمعلومات بين أجزاء الجسم المختلفة والدماغ والنخاع الشوكي وبين العصبونات نفسها على شكل أشارات كهروكيميائية

س : متى ينشأ (يتكون) السيل العصبي ؟

ينشأ السيل العصبي عند تعرض العصبون لمنبه ما

س : كيف يساهم تركيب الغشاء البلازمي للعصبون في تكوين السيل العصبي ؟

وذلك لوجود قنوات متخصصة في الغشاء البلازمي تدعى قنوات الايونات

س : كيف تختلف قنوات الايونات فيما بينها من حيث طبيعة العمل ؟

١ - بعض القنوات تحتاج إلى منظم لفتحها وإغلاقها مثل :

أ- القنوات الحساسة للنواقل الكيميائية

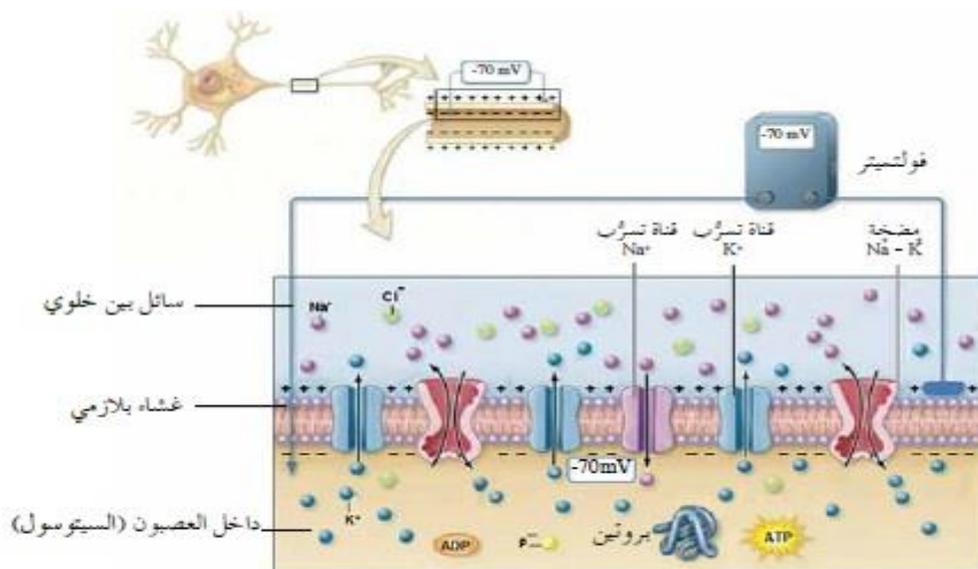
ب- القنوات الحساسة لفرق الجهد الكهربائي

٢ - بعض القنوات لا تحتاج إلى منظم لفتحها وإغلاقها مثل :

أ- قنوات التسرب وهذه القنوات تفتح وتغلق تلقائياً ومنها أنواع عدة مثل :

١ - قنوات تسرب ايونات الصوديوم الموجبة Na^+

٢ - قنوات تسرب ايونات البوتاسيوم K^+



الشكل (٢-٢): العصبون من الداخل والخارج في أثناء مرحلة الراحة.

حالة العصبون قبل وصول منبه (حالة جهد الراحة)



(حالة جهد الراحة) : هو فرق جهد غشاء العصبون عندما لا يكون معرضا لمنبه مناسب وتبلغ قيمته - ٧٠ ملي فولت

- في هذه الحالة تتركز ايونات الصوديوم Na^+ في السائل بين خلوي (خارج العصبون)
- تتركز ايونات البوتاسيوم K^+ داخل العصبون في السيتوسول (السائل داخل الخلايا)
- عند عدم تعرض العصبون لمنبه مناسب فان العصبون يكون في حالة جهد الراحة

س : كيف يقاس فرق الجهد الكهربائي على غشاء العصبون

بواسطة جهاز فولتوميتر حساس (يقاس فرق الجهد بوحدة ملي فولت mV)

- يزداد فرق الجهد الكهربائي على جانبي غشاء العصبون بزيادة الفرق بين الشحنات داخل وخارج غشاء العصبون
- يبلغ مقدار فرق الجهد الكهربائي على غشاء العصبون في حالة جهد الراحة (- ٧٠ ملي فولت)
- تشير الإشارة السالبة على أن داخل العصبون سالب الشحنة مقارنة بخارج العصبون الموجب الشحنة

س : ما هي العوامل المؤثرة في تكون جهد الراحة ؟

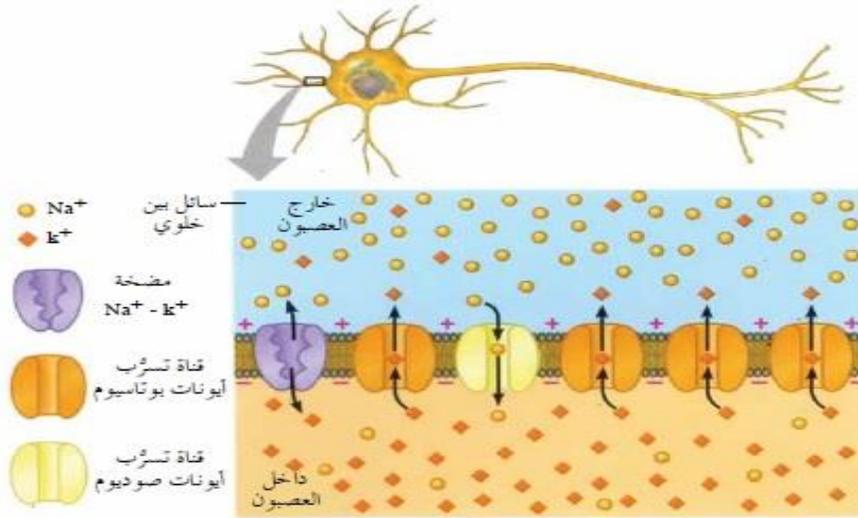
- ١- احتواء الغشاء البلازمي للعصبون على قنوات تسرب ايونات تسمح بنفاذ ايونات البوتاسيوم إلى خارج العصبون وايونات الصوديوم إلى داخل العصبون . وذلك لان عدد قنوات تسرب ايونات البوتاسيوم نحو الخارج أكثر من عدد قنوات تسرب ايونات الصوديوم نحو داخل العصبون مما يؤدي إلى تراكم الشحنات الموجبة في خارج العصبون
- ٢- عدم قدرة الايونات السالبة المرتبطة بمركبات كبيرة الحجم (مثل البروتينات) على النفاذ إلى خارج العصبون
- ٣- وجود مضخة ايونات الصوديوم - بوتاسيوم التي تنقل ثلاث ايونات صوديوم نحو خارج العصبون مقابل نقل ايونين بوتاسيوم نحو داخل العصبون بعملية نقل نشط

- في حال وصول منبه مناسب يحدث تغير سريع في نفاذية الغشاء البلازمي للعصبون مما يؤدي إلى وصول فرق الجهد الكهربائي لغشاء العصبون مستوى معيناً يطلق عليه مستوى العتبة يساوي (- ٥٥ ملي فولت)

- في حال وصول منبه لا يحدث تغيراً في جهد الغشاء البلازمي للوصول إلى مستوى العتبة يبقى العصبون في حالة جهد الراحة

حالة العصبون بعد وصول منبه مناسب :

س : ما هو مستوى العتبة ؟



الشكل (٢-٣): بعض العوامل التي تساهم في تكوين جهد الراحة.

هو مقدار فرق جهد غشاء العصبون الذي ينشأ نتيجة وصول منبه مناسب إليه مما يؤدي إلى حدوث تغيرات سريعة في غشاء العصبون ليُتكوّن بعدها جهد الفعل ويبلغ مقدار فرق جهد الغشاء عند هذا المستوى -٥٥ ملي فولت

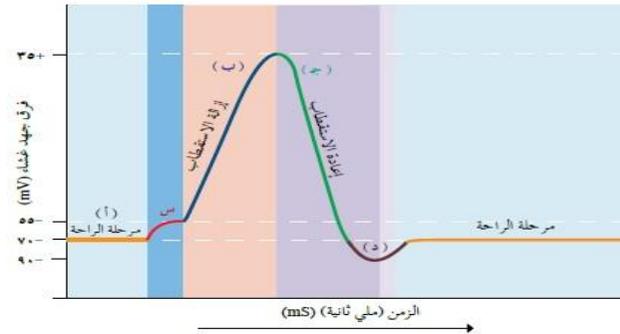
١- حالة إزالة الاستقطاب :

- يؤدي تنبيه العصبون بمنبه يصل بجهد الغشاء إلى مستوى العتبة أو يزيد عليه إلى
- فتح قنوات أيونات الصوديوم الحساسة لفرق الجهد الكهربائي
- فتندفع أيونات الصوديوم الموجودة في السائل بين خلوي إلى داخل العصبون
- مسببة تراكم الشحنات الموجبة مما يؤدي إلى حالة إزالة الاستقطاب
- تستمر أيونات الصوديوم بالدخول إلى داخل العصبون
- فتزيد الشحنات الموجبة داخل العصبون ليصل فرق الجهد الكهربائي إلى + ٣٥ ملي فولت لمدة قصيرة .
- وهذا التغير في الجهد يؤدي إلى غلق قنوات أيونات الصوديوم الحساسة لفرق الجهد الكهربائي

- تبدأ هذه المرحلة بفتح قنوات ايونات البوتاسيوم الحساسة لفرق الجهد الكهربائي
- مما يؤدي إلى تدفق ايونات البوتاسيوم إلى خارج العصبون
- يستمر فتح قنوات ايونات البوتاسيوم الحساسة لفرق الجهد الكهربائي
- مسببا تدفق المزيد من ايونات البوتاسيوم إلى خارج العصبون فتحدث زيادة استقطاب ويصل فرق الجهد إلى (- ٩٠ ملي فولت)
- عند وصول فرق الجهد الكهربائي إلى -٩٠ ملي فولت تسمى هذه الفترة بفترة الجموح وفيها لا يستجيب العصبون إلى أي منبه آخر
- ثم تعلق قنوات ايونات البوتاسيوم الحساسة لفرق الجهد الكهربائي
- فتصبح كل من قنوات ايونات الصوديوم و البوتاسيوم الحساسة لفرق الجهد الكهربائي مغلقة تماما

حتى يعود العصبون إلى حالة الراحة

- تنشط مضخة ايونات الصوديوم - بوتاسيوم لتتركز ايونات الصوديوم خارج غشاء العصبون وايونات البوتاسيوم داخل غشاء العصبون
- تساهم قنوات تسرب ايونات الصوديوم و البوتاسيوم في إعادة تكون جهد الراحة ويصل فرق الجهد إلى - ٧٠ ملي فولت



- مرحلة الراحة: جميع القنوات الحساسة لفرق الجهد الكهربائي تكون مغلقة.
 - وصول منبه يُغيّر جهد الغشاء إلى جهد العتبة.
 - فتح قنوات Na^+ الحساسة لفرق الجهد الكهربائي .
 - فتح قنوات K^+ الحساسة لفرق الجهد الكهربائي، وتعلق قنوات Na^+ الحساسة لفرق الجهد الكهربائي.
- الشكل (٢-٤): المراحل التي يمر بها العصبون قبل وصول منبه مناسب وبعد وصوله.

نقل السائل العصبي

انتقال السائل العصبي في منطقة التشابك العصبي

منطقة التشابك العصبي : هي منطقة اتصال عصبون مع العصبون الذي يليه يتصل العصبون في نهايته مع : غدة \ خلية عضلية \ عصبون آخر

العوامل التي
يعتمد عليها
انتقال السائل
العصبي في
العصبونات

انتقال السائل
العصبي في
المحاور
العصبية
المحاطة باغمد
ملينية

انتقال السائل العصبي في
المحاور العصبية غير
المحاطة باغمد ملينية

يؤدي **جهد الفعل** المتكون
في منطقة ما على غشاء
العصبون الى نشوء **جهد
فعل** في المناطق المجاورة

ينتقل بطريقة
النقل الوثبي من
عقدة رانفيير الى
عقدة رانفيير
اخرى مجاورة

عند وصول منه مناسب الى
غشاء العصبون ينشأ **جهد
فعل**

ينتقل **جهد الفعل** الى المنطقة
المجاورة مسببا حالة ازالة
استقطاب وتكون المنطقة
الاولى في حالة اعادة
استقطاب

انتقال **جهد الفعل** الى المنطقة
المجاورة يؤدي الى حدوث
حالة ازالة استقطاب

وتكون المنطقة السابقة في
حالة اعادة استقطاب وتكون
المنطقة الاولى قد عادت الى
حالة **جهد الراحة** بعد مرورها
بفترة الجموح

**لفهم الطريقة يرجى دراسة
الشكل ٦-٢ الموجود في
الكتاب ومتابعة الخطوات**

مكونات التشابك العصبي

١- العصبون قبل التشابكي :

هو العصبون الذي ينقل السائل العصبي
باتجاه منطقة التشابك العصبي

- يحتوي غشاء العصبون قبل التشابكي
على قنوات ايونات الكالسيوم الحساسة
لفرق الجهد الكهربائي

- يحتوي **الزر التشابكي** للعصبون قبل
التشابكي على **حوصلات تشابكية**
تحتوي على النواقل الكيميائية مثل :

النور ادرينالين \ الاستيل كولين

٢- الشق التشابكي :

منطقة تفصل بين غشاء العصبون قبل
التشابكي وغشاء العصبون بعد التشابكي

٣- العصبون بعد التشابكي

ينقل السائل العصبي بعيدا عن منطقة
التشابك العصبي

- يحتوي غشاء العصبون بعد التشابكي
على قنوات ايونات حساسة للنواقل
الكيميائية تحمل مستقبيلات خاصة
بالنواقل العصبية

الآلية انتقال السائل العصبي
في منطقة التشابك العصبي

١- يتسبب وصول سائل
عصبي الى الزر التشابكي الى
فتح قنوات ايونات الكالسيوم
الحساسة لفرق الجهد الكهربائي
ما يؤدي الى دخولها الى
داخل الزر التشابكي

٢- ترتبط ايونات الكالسيوم
بالحوصلات التشابكية
**وتدفعها باتجاه الغشاء قبل
التشابكي وتندمج فيه** مما
يؤدي الى تحرر النواقل
العصبية في الشق التشابكي

٣- ترتبط النواقل العصبية
بمستقبلاتها الخاصة على
القنوات الحساسة للنواقل
الكيميائية مما يؤدي الى دخول
ايونات موجبة مثل الصوديوم
مسببة حالة ازالة استقطاب
ونشوء **جهد فعل** ينتقل في
العصبون التالي

يمنع استمرار
تنبيه النواقل
العصبية
للعصبونات
بطريقتين

١- **تضخم الناقل**
العصبي في
الشق التشابكي
بواسطة انزيمات
خاصة ثم انتشار
نواتج التضخم
خلال الغشاء
قبل التشابكي في
الزر التشابكي
لبناء ناقل
عصبي من
جديد

٢- **عودة الناقل**
العصبي الى
الازرار
التشابكية

انتقال السائل العصبي في العصبون :

ينتقل السائل العصبي على طول محور العصبون حتى يصل إلى نهايته

- يؤدي جهد الفعل المتولد في منطقة ما على غشاء العصبون إلى نشوء جهد فعل في المناطق المجاورة
- ينتقل جهد الفعل على طول محور العصبون غير المحاط بغمد مليني حتى نهايته

آلية انتقال السائل العصبي على طول المحور العصبي غير المحاط بغمد مليني :

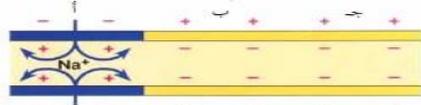
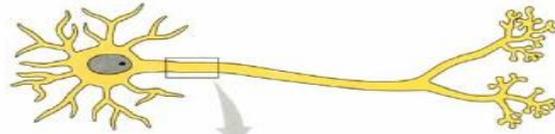
- 1- نشوء جهد فعل في منطقة ما (أ) على محور العصبون عند دخول ايونات الصوديوم بكميات كبيرة إلى داخل العصبون مسببة حدوث حالة إزالة الاستقطاب
- 2- حدوث إعادة استقطاب في المنطقة السابقة (أ) وإزالة استقطاب في المنطقة المجاورة (ب) مسببة نشوء جهد فعل في المنطقة المجاورة
- 3- عودة المنطقة الأولى (أ) إلى حالة جهد الراحة بعد فترة الجموح وتكون المنطقة المجاورة (ب) في حالة إعادة الاستقطاب والمنطقة الأخيرة (ج) تكون في حالة إزالة الاستقطاب
- 4- يتكرر ما حدث على طول غشاء العصبون حتى نهايته

س : كيف ينتقل السائل العصبي في المحاور العصبية المحاطة بأغمد ملينيه ؟

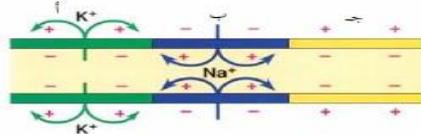
عن طريق النقل الوثبي من عقدة رانفيير إلى عقدة أخرى على طول العصبون

س : ما هي طريقة النقل الوثبي :

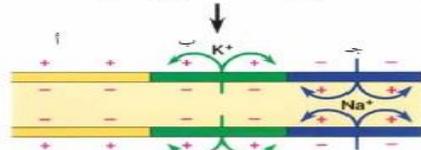
هي طريقة انتقال السائل العصبي في المحاور العصبية المحاطة بأغمد ملينيه من عقدة رانفيير إلى عقدة رانفيير أخرى مجاورة على طول العصبون



– نشوء جهد فعل في المنطقة (أ) من المحور عند دخول ايونات الصوديوم بكميات كبيرة إلى داخل العصبون، مسببة حدوث إزالة الاستقطاب.

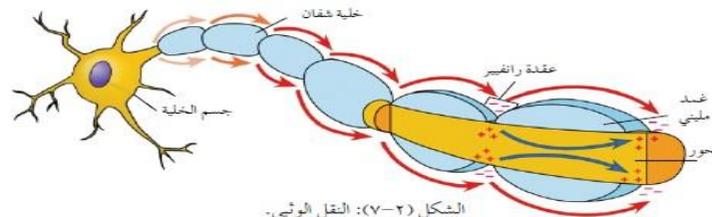


– حدوث إعادة استقطاب في المنطقة (أ)، وإزالة استقطاب في المنطقة (ب)، مسببة نشوء جهد فعل في المنطقة (ب)، وتكون المنطقة (ج) في مرحلة الراحة.



– عودة المنطقة (أ) بعد فترة الجموح إلى مرحلة الراحة، وتكون المنطقة (ب) في مرحلة إعادة الاستقطاب، والمنطقة (ج) في مرحلة إزالة الاستقطاب.

الشكل (٢-٦): انتقال السائل العصبي على طول محور عصبون غير محاط بغمد مليني.



الشكل (٢-٧): النقل الوثبي.

س : على ماذا تعتمد سرعة النقل للسيال العصبي ؟

١- وجود الغمد المليمي وسمكه (أن وجد) :

تزداد سرعة انتقال السيال العصبي بوجود الغمد المليمي وسمكه

٢- قطر محور العصبون :

تزداد سرعة انتقال السيال العصبي بزيادة قطر المحور

إنتقال السيال العصبي في منطقة التشابك العصبي

يتواصل العصبون في نهايته مع عصبون أو غدة أو خلية عضلية

منطقة التشابك العصبي : هي منطقة اتصال العصبون بالعصبون الذي يليه

مكونات منطقة التشابك العصبي :

١- العصبون قبل التشابكي : هو العصبون الذي يحمل السيال العصبي إلى منطقة التشابك العصبي

تحتوي الأزرار التشابكية الموجودة في نهاية المحور على حويصلات تشابكية

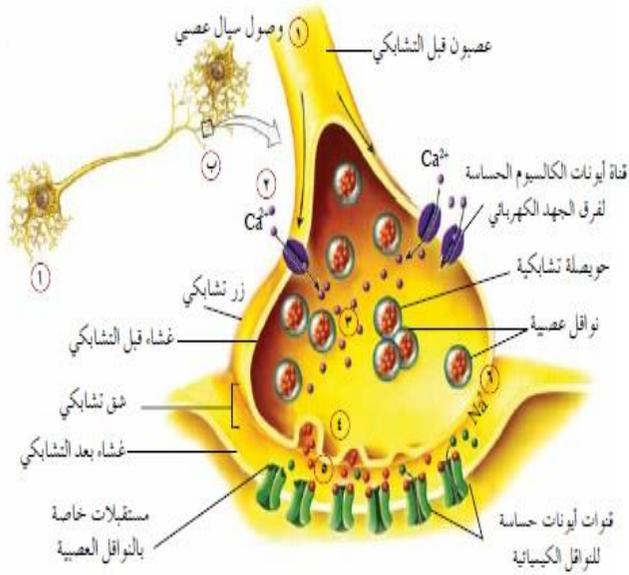
تحتوي الحويصلات التشابكية على مواد كيميائية تسمى النواقل العصبية مثل (الأستيل كولين ، نور أدرينالين)

٢- العصبون بعد التشابكي : هو العصبون الذي يحمل السيال العصبي بعيدا عن منطقة التشابك العصبي

يحتوي غشاء العصبون بعد التشابكي على قنوات حساسة للنواقل الكيميائية تقع عليها مستقبلات خاصة بالنواقل العصبية

٣- الشق التشابكي : هو الغشاء الذي يفصل بين غشاء العصبون قبل التشابكي وغشاء العصبون بعد التشابكي

آلية انتقال السيال العصبي في منطقة التشابك العصبي :



الشكل (٢-٨): انتقال السيال العصبي في منطقة التشابك العصبي.

- يسبب وصول السيال العصبي إلى الزر التشابكي إلى
- فتح قنوات أيونات الكالسيوم الحساسة لفرق الجهد الكهربائي الموجودة على الغشاء قبل التشابكي
- مما يؤدي إلى دخول أيونات الكالسيوم من السائل بين خلوي إلى الزر التشابكي
- ترتبط أيونات الكالسيوم بالحويصلات التشابكية التي تحوي النواقل العصبية
- فتندفع هذه الحويصلات نحو الغشاء قبل التشابكي وتندمج فيه فيتحرك الناقل العصبي نحو الشق التشابكي
- يرتبط الناقل العصبي بمستقبلات خاصة موجودة على قنوات حساسة للنواقل الكيميائية توجد في الغشاء بعد التشابكي
- مسببة دخول أيونات الصوديوم الموجبة إلى الغشاء بعد التشابكي
- وهو ما يؤدي إلى حدوث حالة إزالة استقطاب وانتقال جهد الفعل في هذا الغشاء

س : ما هي النواقل العصبية ؟ هي مواد كيميائية تعمل على نقل السيال العصبي من عصبون إلى آخر يليه وتفرز من الأزرار التشابكية الموجودة في النهايات العصبية للعصبون قبل التشابكي لترتبط بقنوات أيونات خاصة بها مسببة دخول أيونات موجبة إلى الغشاء بعد التشابكي ما يتسبب في إزالة الاستقطاب وانتقال جهد الفعل في الغشاء بعد التشابكي

يتم منع استمرار تنبيه النواقل العصبية للعصبونات بطريقتين هما :

- ١- تحطم الناقل العصبي في الشق التشابكي :
- ٢- عود الناقل العصبي إلى الزر التشابكي